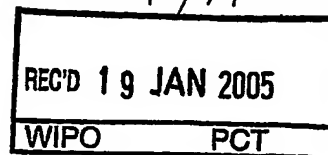


EP04/14220



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 19 NOV. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

reçu de dépôt

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire DB 540 • 8 / 210502

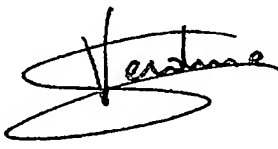

REMISE DES PIÈCES DATE 23 DEC 2003 LIEU 75 INPI PARIS 34 SP N° D'ENREGISTREMENT 0315322 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 23 DEC. 2003		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET PLASSERAUD 65/67 rue de la Victoire 75440 PARIS CEDEX 09	
Vos références pour ce dossier (facultatif)			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE Cochez l'une des 4 cases suivantes			
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE DE SYNCHRONISATION SUR LA VOIE MONTANTE D'UN RESEAU SIMULCAST			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		EADS TELECOM	
Prénoms			
Forme juridique		Société par Actions Simplifiée	
N° SIREN		414848988	
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	Rue Jean-Pierre Timbaud Batiment Jean-Pierre Timbaud 78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX	
	Code postal et ville	78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		FRANÇAISE	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES DATE 23 DEC 2003 LIEU 75 INPI PARIS 34 SP N° D'ENREGISTREMENT 0315322 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI BEE030446 DB 540 W / 210502
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		
Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		Cabinet PLASSERAUD
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	65/67 rue de la Victoire
	Code postal et ville	75440 PARIS CEDEX 09
	Pays	
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
7 INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		
Uniquement pour les personnes physiques		<input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		
Cochez la case si la description contient une liste de séquences		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Stéphane VERDURE 97-0901		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  

PROCEDE DE SYNCHRONISATION SUR LA VOIE MONTANTE D'UN RESEAU SIMULCAST

La présente invention concerne de manière générale les réseaux Simulcast, ou réseaux à diffusion simultanée, et plus particulièrement un procédé de synchronisation sur la voie montante d'un tel réseau.

L'invention trouve des applications, en particulier, dans les systèmes
5 de Radiocommunication Mobile Professionnelle ou PMR (en anglais, "Professional Mobile Radio"), dans lesquels une fonctionnalité de réseau Simulcast est couramment prévue.

D'une manière générale, on désigne par "réseau" l'infrastructure fixe du système. Cette infrastructure fixe comprend, raccordés via une épine dorsale,
10 d'une part les équipement de réseau (ci-après le sous-système réseau) qui gèrent les fonctionnalités du système, et d'autre part les équipements d'émission et/ou de réception radio (ci-après le sous-système radio) qui assurent l'interface air avec les terminaux mobiles et qui sont répartis de manière à couvrir des zones géographiques élémentaires appelées cellules.
15 Lorsque des moyens d'émission radio et des moyens de réception radio sont co-localisés au sein d'un même et unique équipement, cet équipement forme ce qu'on appelle une station de base.

On désigne par "réseau Simulcast" l'ensemble des équipements du sous-système radio participant à une configuration Simulcast, sous la
20 commande du sous-système réseau. En général, le réseau Simulcast comprend le sous-système radio dans son entier, mais ceci n'est pas obligatoire.

Parmi les ressources du sous-système réseau qui participent à la gestion du réseau Simulcast, se trouve ce qu'on appelle une unité ou fonction
25 de choix. Son rôle est de choisir une ou plusieurs des stations de base selon un critère lié à la qualité du lien radio sur chaque liaison montante (liaison partant du terminal mobile et arrivant à la station de base). En effet, plusieurs stations de base peuvent recevoir le signal radio émis par le terminal mobile dans des conditions leur permettant de le traiter pour extraire les informations
30 utiles qu'il contient, avec plus ou moins d'erreurs. Lorsque le signal radio est organisé en trames, ces stations de base fournissent alors de manière redondante des trames d'informations utiles au sous-système réseau. Il



convient donc d'élire, c'est-à-dire sélectionner (en fonction d'une information de qualité associée à chaque trame) un seul et unique flux de trames provenant d'une station de base déterminée et d'ignorer les autres flux de trames, ou, en variante, de combiner plusieurs ou la totalité des flux de trames reçus (au
5 moyen d'informations de vraisemblance associées à chaque trame). L'entité qui effectue cette opération est la fonction de choix précitée. Elle peut être centralisée, c'est-à-dire exécutée à l'intérieur d'un équipement déterminé, ou distribuée entre plusieurs équipements.

Ainsi qu'il est illustré schématiquement à la figure 1, une configuration
10 Simulcast permet d'étendre la couverture radio en créant au moins une macro-cellule MC constituée de plusieurs cellules radio élémentaires C1 à C6 utilisant toutes le même canal de fréquence. Ainsi, un terminal mobile MS qui se trouve dans n'importe laquelle des cellules C1 à C6 est capable de recevoir et/ou d'émettre des signaux radio provenant, respectivement à destination, du
15 réseau. Dit autrement, le terminal mobile MS peut traiter la communication en cours dans le réseau Simulcast sans besoin d'une gestion de ressource tenant compte de sa position.

Les cellules C1 à C6 formant la macro-cellule MC sont, en général, jointives. Il existe donc des recouvrements entre les différentes cellules
20 constituant la macro-cellule. Le terminal mobile peut ainsi se déplacer d'une cellule vers une autre sans interruption de la communication, et ce de manière transparente pour lui. Pour le terminal mobile, la macro-cellule est donc vue comme une cellule unique.

La présente invention ne s'intéresse pas aux politiques de gestion des
25 communications dans un réseau Simulcast. En conséquence, par souci de simplicité, on considèrera ici le cas d'un seul et unique terminal mobile participant à une communication à un instant déterminé. Il ne sera question ici que des techniques de synchronisation, tant sur la voie descendante (c'est-à-dire du réseau vers le terminal mobile) que sur la voie montante (c'est-à-dire du
30 terminal mobile vers le réseau) d'un réseau Simulcast.

L'invention concerne en effet la résolution du problème de synchronisation sur la voie montante d'un réseau Simulcast.

Au niveau de chaque station de base, la synchronisation sur la voie montante peut être effectuée selon différents principes connus.

Classiquement, le terminal mobile envoie une séquence de synchronisation, connue des stations de base, et présentant des propriétés permettant cette synchronisation. Par exemple, la séquence de synchronisation peut être une séquence pseudo-aléatoire, présentant une propriété d'autocorrélation. En général, la séquence de synchronisation est envoyée par le terminal mobile au début de la communication dans le cas d'une communication en mode duplex (en anglais "full-duplex mode"), ou au début de chaque alternat dans le cas d'une communication en mode semi-duplex (en anglais "half-duplex mode").

Ainsi, au début de chaque communication (ou au début de chaque alternat), au moins une station de base peut détecter cette séquence de synchronisation et se synchroniser sur la voie montante à condition que le signal soit reçu à un niveau de puissance suffisamment fort et avec un rapport signal à bruit suffisant. On remarque dans ce cas que, si la communication (ou l'alternat) dure longtemps et que le terminal mobile se déplace, les conditions de propagation radioélectrique peuvent être modifiées en cours de communication (ou d'alternat) et une nouvelle station de base peut recevoir un signal provenant du terminal mobile à un niveau de puissance suffisant pour lui permettre de le démoduler correctement.

De la même façon, la station de base qui s'est synchronisée en début de communication (ou d'alternat) peut voir décroître le niveau de puissance du signal reçu et donc devenir incapable de démoduler correctement ce signal. Notamment, ce problème est particulièrement gênant pour des communications en mode duplex qui peuvent durer plusieurs minutes et pour lesquelles il n'existe pas d'alternat.

Une solution classique à ce problème est de faire transmettre régulièrement par le terminal mobile une séquence de synchronisation, et ce à des instants connus a priori par les stations de bases. Cette méthode est efficace et simple. Toutefois, elle réduit la bande passante disponible sur la voie montante, et donc potentiellement la qualité audio de l'information de phonie à transmettre.



En variante, il est aussi classique d'utiliser, comme séquence de synchronisation sur la voie montante, une séquence fixe placée par exemple au début de chaque salve radio (en anglais "burst"). Une telle séquence est fréquemment prévue dans les systèmes de radiocommunication avec les
 5 mobiles. Elle est habituellement appelée séquence d'apprentissage car elle peut en outre servir pour estimer le canal radio ou pour initialiser son estimation. Cette séquence est souvent plus courte que la séquence de synchronisation décrite dans le paragraphe précédent. De plus elle ne présente pas nécessairement de très bonnes propriétés d'autocorrélation. Il est donc
 10 souvent difficile de l'utiliser pour la synchronisation des stations de base dans un réseau Simulcast. Elle peut être beaucoup trop courte pour permettre la synchronisation avec une probabilité de succès suffisante.

De plus, au premier niveau de synchronisation décrit jusqu'ici, il faut souvent associer une procédure de synchronisation fine, c'est-à-dire avec une
 15 précision meilleure que la durée d'un temps symbole. Une telle procédure peut, dans certains cas, utiliser les caractéristiques propres du signal (appelées signature de la modulation). On doit comprendre par là que cette procédure ne se fonde pas sur de l'information de signalisation insérée à cet effet dans le signal radio. Cela est possible, par exemple, avec une modulation GMSK.
 20 L'invention vise à résoudre, dans un réseau Simulcast, le problème de la synchronisation sur la voie montante sans complexifier le terminal mobile ni les stations de base (ou du moins les récepteurs du réseau), sans réduire la bande passante du signal radio, en permettant le passage des stations de base (ou des récepteurs du réseau) en mode de traitement en réception le plus
 25 rapidement possible après la réception d'un signal radio provenant du terminal mobile avec un niveau de puissance suffisant, et en offrant des performances aussi bonnes que la solution classique par envoi de séquences de synchronisation en début de communication (ou en début d'alternat) puis envoi régulier de séquences de synchronisation.

30 A cet effet, un premier aspect de la présente invention propose un procédé de synchronisation sur la voie montante d'un réseau Simulcast qui comprend une pluralité de récepteurs fixes et une unité de choix, le procédé comprenant les étapes suivant lesquelles :

a) tous les récepteurs sont placés dans un mode de recherche de synchronisation, dans lequel ils recherchent un motif de synchronisation dans un signal radio émis par un terminal mobile sur la voie montante, en scrutant un canal radio associé à la voie montante ;

5 b) lorsqu'un ou plusieurs récepteurs reçoivent le signal radio et détectent ledit motif de synchronisation, ils produisent une valeur de contexte de synchronisation initiale respective, qui indique le retard entre une référence temporelle du signal radio reçu (par exemple l'entête de la première trame) et une référence temporelle du réseau (connue de tous les récepteurs), et
10 transmettent à l'unité de choix ladite valeur de contexte de synchronisation initiale ;

c) l'unité de choix transmet à tous les récepteurs respectivement la ou l'une déterminée des valeurs de contexte de synchronisation initiales reçues à l'étape b) ;

15 d) chaque récepteur ayant détecté le motif de synchronisation à l'étape b) démarre le traitement du signal radio sur la base de la valeur de contexte de synchronisation initiale qu'il a produite et/ou sur la base de la valeur de contexte de synchronisation initiale qu'il a reçue de l'unité de choix, alors que les autres récepteurs démarrent le traitement du signal radio sur la base de la
20 valeur de contexte de synchronisation initiale qu'ils ont reçue de l'unité de choix ;

e) chaque récepteur, après l'étape d),

- transmet à l'unité de choix des trames d'informations utiles (phonie ou signalisation) obtenues par traitement du signal radio, ainsi
25 qu'une information de qualité ou des vraisemblances associées à chacune des informations utiles desdites trames ;

- entretient son contexte de synchronisation en utilisant un algorithme de poursuite de la synchronisation basé sur les informations utiles contenues dans le signal radio, et effectue le traitement du signal
30 radio sur la base de son contexte de synchronisation entretenu ;

- transmet la valeur courante de son contexte de synchronisation ainsi entretenu à l'unité de choix, avec au moins certaines des trames d'information utiles ;



f) régulièrement, l'unité de choix choisit une valeur de contexte de synchronisation courante déterminée parmi les valeurs courantes de contexte de synchronisation respectivement transmises par les récepteurs, selon un critère basé sur les informations de qualité ou les vraisemblances respectivement associées aux informations utiles de la trame correspondante, et transmet à tous les récepteurs la valeur de contexte de synchronisation courante ainsi choisie.

Ainsi, lorsque le terminal mobile se déplace et/ou lorsque les conditions de la propagation radioélectrique varient, la communication établie sur la voie montante peut passer d'un récepteur à un autre (dans le cas d'une fonction de vote) ou d'un groupe de récepteurs à un autre groupe de récepteurs (dans le cas d'une fonction de combinaison), sans qu'un récepteur qui commence à recevoir le signal radio en cours de communication ou d'alternat n'ait besoin de se synchroniser à ce moment-là à l'aide d'une séquence de synchronisation (ou séquence d'apprentissage) qui serait prévue à cet effet. Dit autrement, la synchronisation des récepteurs sur la voie montante est entretenue à partir de la synchronisation initiale du récepteur (ou de l'un des récepteurs) qui détecte(nt) initialement le motif de synchronisation émis par le terminal mobile en début de communication ou d'alternat.

Un second aspect de la présente invention concerne un réseau Simulcast dans lequel les récepteurs et l'unité de choix sont adaptés pour mettre en œuvre un procédé selon le premier aspect.

L'invention permet la mise en œuvre d'une fonctionnalité du réseau Simulcast de façon optimale sans bouleverser les spécifications d'un système n'ayant pas été conçu avec une telle fonctionnalité, et sans apporter des modifications profondes aux équipements (terminaux mobiles et stations de base).

En effet, pour la mise en œuvre de l'invention décrite ci-dessus, les terminaux mobiles ne sont pas modifiés, les stations de base (ou du moins les récepteurs du réseau) et l'unité de choix sont modifiées de façon très mineure (comportement sur réception d'un contexte de synchronisation). Dit autrement, seul le sous-système réseau est modifié. En outre, l'invention s'appuie avantageusement sur l'unité de choix déjà prévue dans un réseau Simulcast,

pour choisir parmi les contextes de synchronisation remontés par les stations de base et pour les redescendre vers l'ensemble des stations de base.

L'invention est applicable pour tout type de réseau Simulcast.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma illustrant le principe d'un réseau Simulcast ;
- la figure 2 est un schéma illustrant le principe du fonctionnement de la voie descendante dans un réseau Simulcast ;
- 10 - la figure 3 est un diagramme illustrant le phénomène d'interférences inter-symboles ;
- la figure 4 est un graphe du retard relatif maximum toléré entre les signaux reçus par deux stations de base (ou récepteurs du réseau), en fonction du rapport de puissance entre ces deux signaux ;
- 15 - la figure 5 est schéma illustrant le principe du fonctionnement de la voie montante dans un réseau Simulcast ;
- la figure 6 est un diagramme illustrant le retard maximum entre une référence temporelle du signal radio reçu par une station de base (ou un récepteur du réseau) et une référence temporelle du réseau, comparé au
- 20 retard relatif maximum toléré entre les signaux reçus par deux stations de base (ou récepteurs du réseau) à un niveau suffisant pour permettre un traitement de qualité acceptable pour le service (phonie, transmission de données,) offert ;
- la figure 7 est un diagramme d'étapes illustrant le procédé selon
- 25 l'invention ; et,
- la figure 8 est un diagramme illustrant un exemple de contexte de synchronisation selon l'invention.

Dans la description de l'invention qui suit, on considère le canal de transmission radio comme un filtre transverse, que l'on modélise par sa

30 réponse impulsionnelle.

La figure 2 illustre la voie descendante (c'est-à-dire du réseau vers les terminaux mobiles) d'un exemple de réseau Simulcast. Le réseau représenté ici comprend un sous-système réseau 10, et un sous-système radio avec deux

stations de base respectivement BS1 et BS2. Des signaux radio portant les mêmes informations, sont diffusés sur un canal de même fréquence simultanément par chacune des stations de base BS1 et BS2. Les signaux ainsi diffusés contiennent en général des informations à transmettre provenant du sous-système réseau 10.

Le signal résultant reçu par le terminal mobile est donc une combinaison (somme) des signaux reçus en provenance de chaque station de base. Dans l'exemple représenté, on note S1 et S2 les signaux reçus par le terminal mobile en provenance des stations de base respectivement BS1 et BS2. Ces signaux portent les mêmes informations.

Du fait de la propagation radioélectrique, les signaux S1 et S2 peuvent avoir des niveaux de puissance différents (par exemple du fait de distances parcourues, d'atténuations et/ou d'effets de masque différents pour chacun). De même, les signaux S1 et S2 peuvent être affectés de retards différents, dus à des distances parcourues différentes (du fait par exemple d'un éloignement différent du terminal par rapport à chacune des stations de base, ou à des réflexions sur des obstacles).

Le signal résultant S reçu par le terminal mobile est donc du type représenté à la figure 3. Cette figure montre, en faisant apparaître les symboles d'information transportés, une portion des signaux S1 et S2 correspondant à quelques symboles, ainsi que la portion correspondante du signal résultant S reçu par le terminal mobile. Les zones hachurées représentent les portions du signal résultant S dans lesquelles des informations relatives à des symboles différents sont mélangées. Ces zones correspondent à de l'interférence inter-symboles (IIS).

Si l'IIS est relativement limitée, par exemple si le recouvrement entre symboles est inférieur au tiers de la durée T_s d'un symbole, il est possible de démoduler correctement les symboles reçus sans dégradation significative des performances. Dans le cas contraire, une démodulation simple donne des performances dégradées, et il faut alors utiliser des techniques d'égalisation ou des techniques équivalentes dans le terminal mobile.

Ainsi, si le terminal n'est équipé que d'une technique de démodulation simple (donc sans égalisation ou technique équivalente), il ne pourra

démoduler les signaux reçus sans dégradation significative des performances que si les signaux sont reçus des différentes stations de base avec un retard relatif inférieur à une limite déterminée δT_{\max} . Cette limite, ou retard relatif maximum, dépend des caractéristiques du système utilisé ainsi que des caractéristiques et des performances du démodulateur utilisé dans le terminal mobile. En outre, cette limite dépend du niveau relatif des signaux S1 et S2 reçus.

La courbe représentée sur la figure 4 donne, dans un exemple typique, le retard relatif limite δT_{\max} (en % de la durée T_s d'un symbole) en fonction de la différence de puissance (en dB) entre les signaux S1 et S2. On notera que, pour l'estimation du retard du signal radio reçu, on considère en pratique une référence temporelle reconnaissable du signal, par exemple l'en-tête des trames qu'il transporte. La limite δT_{\max} est d'autant plus grande que la différence de niveau de puissance est grande entre le signal reçu avec le niveau de puissance le plus élevé et les autres. Dans l'exemple représenté à la figure 4, δT_{\max} est égal à 25 % de la durée T_s pour deux signaux S1 et S2 reçus à la même puissance, de 33 % de la durée T_s pour une différence de puissance de 6 dB entre les signaux S1 et S2, de 40 % de la durée T_s pour une différence de puissance de 9 dB entre les signaux S1 et S2. On notera qu'il n'y a pas de limite pour une différence de puissance supérieure à par exemple 16 dB entre les signaux S1 et S2, car les interférences produites dans le signal reçu avec la puissance la plus forte par le signal reçu avec la puissance la moins forte, sont alors négligeables.

Il résulte des considérations qui précèdent, que l'ingénierie radio dans le réseau Simulcast doit être telle qu'on soit toujours en dessous de la courbe représentée à la figure 4, c'est-à-dire dans la zone hachurée. Dit autrement, pour un système dans lequel les terminaux utilisent une démodulation simple (c'est-à-dire sans technique d'égalisation ni technique équivalente), le déploiement du réseau Simulcast doit répondre à des contraintes strictes sur les retards admissibles entre les différents signaux reçus par un terminal mobile en provenance des différentes stations de base, pour permettre les communications sur la voie descendante.

Dans un système où les terminaux sont équipés d'une démodulation utilisant une technique d'égalisation ou une technique équivalente, le démodulateur d'un terminal mobile est capable, pour un rapport donné du niveau de puissance entre les signaux S1 et S2, de démoduler le signal S même pour des valeurs plus importantes du retard relatif δT entre eux. Cependant les algorithmes d'égalisation ou les techniques équivalentes possèdent elles aussi une limite maximale du retard admissible entre les signaux S1 et S2. Cette limite est aussi une contrainte qui doit être prise en compte dans le déploiement d'un réseau Simulcat dans de tels systèmes.

L'invention part du constat que, dans tous les cas, la dispersion des retards respectifs sur chaque trajet de la voie descendante, c'est-à-dire pour chaque lien radio entre une station de base déterminée et le terminal, correspondant à un niveau de puissance significatif reçu à la station de base, est inférieur à un retard relatif maximum δT_{\max} tel que :

$$\delta T_{\max} < \frac{1}{2} \times T_s \quad (1)$$

Pour la voie montante (c'est-à-dire des terminaux mobiles vers le réseau), les signaux émis par un terminal mobile quelconque sont reçus par les stations de base, mais bien sûr avec des niveaux de puissance différents. Ces niveaux de puissance sont fonction de la distance, de l'atténuation, et des éventuels effets de masques, entre le terminal mobile et chacune des stations de base, respectivement. Néanmoins, plusieurs stations de base sont susceptibles de recevoir les signaux émis par le terminal mobile à un niveau de puissance suffisant pour permettre la démodulation des informations transmises. De plus, du fait du déplacement du terminal mobile, certaines des stations de base peuvent commencer à recevoir un signal exploitable provenant du terminal mobile en cours de communication (ou d'alternat) seulement.

C'est pourquoi les différentes stations de base sont connectées à une entité du réseau dont la fonction est de choisir entre les informations remontées par les différentes stations de base, lesquelles proviennent toutes du même terminal mobile. On appelle cette fonction une fonction de choix.

Lorsque la fonction de choix est une fonction de vote, son rôle est de choisir (ou élire) les informations d'un seul signal parmi les signaux reçus, sur la base d'une information de qualité de la transmission radio. Les signaux envoyés par chacune des stations de base sont en général organisés en blocs de données, habituellement appelés trames. Une information de qualité de la transmission radio est en général associée à chaque trame. Cette information de qualité peut être générée par la station de base et transmise avec la trame à laquelle elle est associée. La fonction de vote choisit alors, parmi les trames portant les mêmes informations provenant originellement du terminal et remontées par les différentes stations de base, celle qui présente la meilleure qualité. L'information de qualité de la transmission radio est déduite des traitements effectués dans le récepteur de la station de base, et se fonde en général sur les résultats de la démodulation et/ou du décodage de canal du signal reçu par la station de base. L'information de qualité est par exemple déduite de la différence entre le signal reçu et démodulé d'une part, et le signal reçu, démodulé et décodé, puis ré-encodé, d'autre part.

Alternativement, la fonction de choix peut être une fonction de combinaison. Une telle fonction combine les informations respectivement reçues des différentes stations de base, afin d'améliorer la qualité de ces informations en se basant par exemple sur une vraisemblance associée à chacune des informations respectivement transmises par les stations de base. Une telle vraisemblance est par exemple une valeur codée sur un ou deux octets, qui permet de pondérer la vraisemblance de chaque bit d'information transmis.

La figure 5, sur laquelle les même éléments qu'à la figure 2 portent les même références, donne le schéma de principe de la voie montante d'un exemple de réseau Simulcast ayant quatre stations de base, respectivement BS1 à BS4. La fonction de choix porte la référence 20.

Les stations de base sont synchronisées entre elles. En outre, le terminal mobile MS est synchronisé sur les signaux radio reçus du réseau Simulcast sur la voie descendante. Le terminal mobile provoque l'émission d'un signal radio à un instant déterminé par rapport à l'instant de synchronisation du terminal mobile sur la voie descendante. Il en résulte que les stations de base



BS1 à BS4 connaissent l'instant théorique auquel elles doivent recevoir un signal, respectivement S1' à S4', en provenance du terminal mobile MS.

Cette connaissance est cependant imparfaite, du fait des distances différentes entre le terminal et chacune des stations de base qui provoquent un retard de propagation sur le canal radio. De plus, si le trajet direct avec une station de base est masqué, le signal provenant du terminal mobile peut être reçu par la station de base après réflexion sur des obstacles.

En général un système est dimensionné pour permettre des communications jusqu'à une distance maximale D_{max} dans une cellule élémentaire correspondant à la couverture d'une seule station de base. Ainsi, selon la position du terminal mobile dans le réseau, chaque station de base peut recevoir le signal issu du terminal mobile avec un retard déterminé par rapport à une référence temporelle T_0 du réseau correspondant à l'instant de réception au plus tôt par la station de base du signal émis par le terminal mobile (cas où le terminal mobile est au pied de la station de base), ledit retard déterminé correspondant à une distance située entre 0 et $2 \times D_{max}$. Ce retard, ΔT_{max} , est un retard absolu, en ce sens qu'il s'exprime par rapport à une référence temporelle (fixe) du réseau. On notera que ce retard correspond en fait au trajet aller-retour, c'est-à-dire le trajet suivant le sens descendant puis suivant le sens montant, d'où le facteur 2 qui est introduit. De plus, d'autres retards peuvent être engendrés par des dispersions de caractéristique de composants des chaînes d'émission et de réception radio. De façon commode, on peut ainsi exprimer un retard maximum ΔT_{max} comme un nombre entier p de temps symboles. Dit autrement, le retard maximum ΔT_{max} est donné par la relation suivante :

$$\Delta T_{max} = p \times T_s \quad (2)$$

où p est un nombre strictement positif (en général, p est un nombre entier), et

où T_s désigne la durée d'un symbole (temps symbole).

Un exemple peut-être donné avec un système permettant des communications jusqu'à une distance D_{max} de 75 km par cellule, et fonctionnant avec un rythme symbole de 8 kbauds (soit 8000 symboles par seconde). La durée T_s d'un symbole est alors égale à 125 μs . Le retard

maximum correspond à un aller-retour de 150 km, soit 500 μ s, c'est-à-dire à 4 temps symboles T_s . En pratique on considèrera dans ce cas un retard maximum ΔT_{\max} de 5 temps symboles pour prendre en compte les retards engendrés par les dispersions des composants dans les chaînes d'émission et de réception radio. Dit autrement, p est égal à 5 dans cet exemple.

Ainsi, chaque station de base doit commencer par acquérir une synchronisation sur la plage temporelle $[0, \Delta T_{\max}]$ décrite ci-dessus. Cette plage peut correspondre, selon le système, à plusieurs temps symboles. C'est seulement après avoir acquis cette synchronisation temporelle que la station de base peut basculer dans un mode de fonctionnement lui permettant d'effectuer la démodulation du signal reçu et les autres fonctions de traitement en réception, comme par exemple le décodage de canal. Dans ce qui suit, ce mode de fonctionnement est appelé mode de traitement en réception. A l'issue des traitements ainsi effectués, la station de base peut transmettre à la fonction de choix 20 les informations utiles extraites, correspondant à de la phonie ou à des données.

Bien entendu, les configurations représentées aux figures 2 et 5 sont généralisables à un plus grand nombre de stations de base. Elles sont également applicables à des configurations dans lesquelles les émetteurs radio et les récepteurs radio du sous-système radio ne sont pas co-localisés. C'est pourquoi, tout ce qui est dit ici à propos des stations de base concernant la voie descendante s'applique aux émetteurs du réseau dans une telle configuration, alors que, de façon symétrique, tout ce qui est dit des stations de base concernant la voie montante s'applique aux récepteurs du réseau dans une telle configuration.

Comme il a été exposé plus haut, la synchronisation sur la voie descendante dans un réseau Simulcast impose que le déploiement du réseau respecte des contraintes liées au retard maximum δT_{\max} (retard relatif) vu par le terminal entre les signaux reçus en provenance des différentes stations de base (ou émetteurs du réseau).

En faisant l'hypothèse que les conditions de propagation radioélectriques sont sensiblement symétriques, c'est-à-dire qu'elles sont sensiblement identiques sur la voie montante et sur la voie descendante, la

dispersion des retards observés sur la voie montante est également inférieure au retard relatif maximum δT_{\max} . Certes, en réalité, les conditions de propagation radioélectriques ne sont pas nécessairement exactement symétriques. Ceci provient notamment du fait de l'utilisation, en général, de
 5 fréquences différentes sur la voie descendante et sur la voie montante. Toutefois, elles restent quasiment symétriques notamment pour ce qui concerne le retard de propagation.

Un cas particulier est celui où les émetteurs et les récepteurs radio ne sont pas co-localisés, contrairement au cas avec stations de base. Dans ce cas
 10 particulier, on fait l'hypothèse que, pour maintenir la même dispersion maximale sur la voie montante que sur la voie descendante, l'ingénierie du réseau est faite de façon à garantir le respect des mêmes règles de retard maximal entre les différents trajets terminal-récepteurs pour la voie montante qu'entre les trajets récepteurs-terminal pour la voie descendante. On notera
 15 que cette hypothèse est naturellement vérifiée dans le cas avec stations de base.

Par conséquent, on peut considérer que, dans un réseau Simulcast, les règles de déploiement imposent, pour la voie montante comme pour la voie descendante une valeur maximale de la dispersion des retards entre les
 20 différents trajets, laquelle satisfait la relation (1) donnée plus haut.

En fait, cette dispersion est en général inférieure à 40 % de la durée T_s d'un temps symbole, sauf pour des trajets plus faibles d'au moins 9 dB par rapport au trajet donnant le niveau de puissance le plus élevé, ces derniers trajets pouvant toutefois être négligés.

25 Le diagramme de la figure 6 illustre un exemple de réponse impulsionnelle du canal de transmission, vue du réseau, à un signal émis par le terminal mobile MS à un instant déterminé (non représenté) suivant une référence temporelle T_0 du réseau.

Sur cette figure, on note T_1 à T_4 les instants auxquels le signaux respectivement S_1' à S_4' sont reçus par les stations de base respectivement
 30 BS1 à BS4. De plus, on note P_1 à P_4 , les niveaux de puissance respectifs de ces signaux. Dans l'exemple représenté, on a les chaînes de relations suivantes :

$$T2 < T3 < T1 < T4 \quad (3)$$

et,

$$P4 < P1 < P2 < P3 \quad (4)$$

Dit autrement, c'est le signal S2' qui est reçu en premier, et c'est le
 5 signal S3' qui est reçu avec le niveau de puissance le plus élevé. On notera en
 effet que ce n'est pas forcément le signal reçu en premier qui est reçu avec le
 niveau de puissance le plus élevé, du fait par exemple de la présence d'effets
 de masque plus importants sur le trajet du signal reçu en premier.

Ainsi qu'on peut le voir, les signaux S1' à S4' sont reçus dans
 10 l'intervalle de temps $[T_0 ; T_0 + \Delta T_{\max}]$. De plus, ces signaux sont reçus dans un
 intervalle de temps de largeur temporelle égale à $(2 \times \delta T_{\max})$.

Ainsi, si une station de base déterminée a réussi à se synchroniser, on
 a la quasi certitude que les autres stations de base se synchroniseront à
 l'intérieur d'un intervalle de temps compris entre un demi temps symbole en
 15 avance et un demi temps symbole en retard par rapport à la synchronisation
 obtenue par ladite station de base.

C'est pourquoi on prévoit de transmettre une information de
 synchronisation d'une station de base du réseau Simulcast qui s'est
 synchronisée, à l'ensemble des autres stations de base du réseau Simulcast.
 20 Par information de synchronisation, on entend une information indiquant le
 retard effectif entre une référence temporelle du réseau et la réception par
 ladite station de base qui s'est synchronisée du signal provenant du terminal
 mobile. Ainsi les autres stations de base du réseau Simulcast reçoivent une
 information de synchronisation qui correspond à leur synchronisation à plus ou
 25 moins un demi temps symbole près. Ceci détermine une plage temporelle pour
 effectuer la recherche de leur synchronisation, bordée par le retard relatif
 maximum δT_{\max} en avance ou en retard par rapport à l'information de
 synchronisation reçue. Cette plage temporelle est beaucoup plus étroite qu'une
 plage temporelle fondée sur le retard maximum ΔT_{\max} entre une référence
 30 temporelle T_0 du réseau et une référence temporelle du signal émis par le
 terminal mobile.

Dans des modes de mise en œuvre de l'invention, on prévoit de
 transmettre l'information de synchronisation (ou contexte de synchronisation)



au moins de la station de base du réseau Simulcast qui s'est synchronisée en premier. Ce contexte de synchronisation peut par exemple être associé à une information de qualité de la synchronisation, qui peut être une information de qualité ou des informations de vraisemblance associées à une trame du signal
5 reçu par la station de base. Par exemple, le contexte de synchronisation est transmis par la station de base concernée vers la fonction de choix (fonction de vote, ou de combinaison) ou tout autre fonction ou équipement du sous-système réseau. Cette fonction ou cet équipement, recevant le contexte de synchronisation, le rediffuse vers les autres stations de base via l'épine dorsale
10 du réseau. La fonction de choix est une entité particulièrement avantageuse. En effet, dans le cas où plusieurs stations de base se sont synchronisées, la fonction de choix, par exemple à partir des informations de qualité (dans le cas d'une fonction de vote), ou par exemple à partir des vraisemblances dont peut être déduite une information de qualité (dans le cas d'une fonction de
15 combinaison) peut décider de quelle station de base elle va transmettre le contexte de synchronisation vers les autres stations de base. En d'autres termes, dans le cas d'une fonction de vote, ce choix est effectué de la même façon que le choix du flux de trames naturellement effectué par la fonction de choix. Dans le cas d'une fonction de combinaison, l'information de qualité est
20 aisément déduite des vraisemblances des informations de chaque trame

Il s'ensuit que la synchronisation est beaucoup plus facile à obtenir grâce à cette disposition. En particulier, on peut se passer de séquence de synchronisation envoyée régulièrement, ou du moins on peut se limiter à une séquence de synchronisation en début de chaque salve radio (séquence
25 d'apprentissage) relativement courte. On libère ainsi de la bande passante pour transmettre de l'information utile.

Un mode de mise en œuvre possible de l'invention va maintenant être décrit en regard du diagramme de la figure 7.

Dans une première étape 701, la fonction de choix diffuse dans la
30 macro-cellule un signal portant une commande SYNC_SEARCH. Ce signal est reçu par chacune des stations de base BS1 à BS4. La commande fait que toutes les stations de base sont placées dans un état 702 qui correspond à un mode de recherche de synchronisation. Dans ce mode de fonctionnement,

elles scrutent le canal radio associé à la voie montante du réseau Simulcast, pour détecter un motif de synchronisation émis par le terminal mobile par exemple en début de communication ou en début d'alternat.

Lorsque, dans une étape 703, le terminal mobile commence à émettre sur la voie montante du réseau Simulcast un signal radio S contenant le motif de synchronisation, chacune des stations de base BS1 à BS4 reçoit une version respectivement S1(0) à S4(0) du signal S. Chacun des signaux S1(0) à S4(0) se distingue du signal S par une atténuation et un retard respectifs, dépendant des conditions de propagation radioélectrique entre le terminal mobile et la station de base respectivement BS1 à BS4.

L'ingénierie radio du réseau Simulcast est telle qu'au moins une station de base se synchronise sur la voie montante, c'est-à-dire qu'elle reçoit le signal radio à un niveau de puissance suffisant pour le démoduler et le décoder, lorsque le terminal est sous la couverture de la macro-cellule Simulcast. Elle détecte donc le motif de synchronisation. Dans l'exemple représenté à la figure 7, les stations de base BS2 et BS3 sont dans ce cas.

Elles produisent alors une valeur initiale, respectivement SC2(0) et SC3(0), d'un contexte de synchronisation qui est un mot binaire ayant un nombre déterminé q de bits. Dans un exemple q est égal à huit (q=8). Le contexte de synchronisation est donc un octet de données.

En outre, les stations de base BS2 et BS3 basculent dans un état 704, dans lequel elles commencent le traitement du signal radio qu'elles reçoivent. Ce traitement est démarré sur la base de la valeur initiale de leur contexte de synchronisation, à savoir SC2(0) et SC3(0), respectivement.

Un exemple de contexte de synchronisation SC est montré à la figure 8. Dans cet exemple, le contexte est un octet dont un nombre déterminé q1 de premiers bits codent le nombre entier de temps symboles Ts séparant une référence temporelle du signal radio reçu par la station de base d'une part, et une référence temporelle du réseau (connue de toutes les stations de base) d'autre part. Le contexte SC comprend aussi un nombre déterminé q2 de seconds bits qui codent le nombre entier de fractions d'un temps symbole Ts, correspondant chacune à un 1/2^q-ième d'un temps symbole Ts, qui séparent en outre les deux références temporelles précitées.

Par exemple, q est préférentiellement égal à la somme de q_1 et q_2 ($q=q_1+q_2$). Dans ce cas, lorsque q est égal à 8, q_1 peut par exemple être égal à 3, et q_2 être égal à 5. On peut ainsi coder un retard du signal radio allant jusqu'à 8 temps symboles T_s avec une précision correspondant à $1/32^{\text{ème}}$ de T_s .

Enfin, dans une étape 705, les stations de base BS2 et BS3 qui se sont synchronisées, transmettent vers la fonction de choix 20 la valeur initiale de leur contexte de synchronisation respectif, à savoir $SC2(0)$ et $SC3(0)$. Cette valeur est de préférence associée à une information de qualité de la synchronisation, respectivement $QUAL2(0)$ et $QUAL3(0)$. Cette information peut être calculée à partir du résultat de la corrélation du signal reçu avec la séquence de synchronisation. L'unité de choix 20 reçoit, dans une étape 706, les valeurs $SC2(0)$ et $SC3(0)$, ainsi le cas échéant que les informations $QUAL2(0)$ et $QUAL3(0)$. Si, comme dans l'exemple considéré ici, elle reçoit plusieurs valeurs de contexte de synchronisation, elle sélectionne celui qui est associé à la meilleure information de qualité de synchronisation.

Dans une étape 707, l'unité de choix 20 retransmet vers l'ensemble des stations de base BS1 à BS4 du réseau (i.e., dans un signal diffusé), le contexte de synchronisation unique qu'elle a reçu, ou le cas échéant celui qu'elle a sélectionné à l'étape 706. Dans l'exemple représenté, on considère qu'elle a sélectionné et qu'elle retransmet donc la valeur initiale de contexte de synchronisation $SC3(0)$ de la station de base BS3.

Les stations de base BS2 et BS3 qui ont détecté le motif de synchronisation, ont par exemple basculé dans le mode de traitement du signal radio 704. Les autres stations de base, c'est-à-dire les stations de base BS1 et BS4 dans l'exemple représenté, basculent dans le mode de traitement 704 à réception de la valeur $SC3(0)$ transmise par l'unité de choix 20 à l'étape 707. Pour elles, le traitement du signal radio est démarré sur la base de la valeur $SC3(0)$ qu'elle ont reçu.

On notera qu'il est possible que les stations de base BS2 et BS3 basculent dans le mode de fonctionnement 704 également à réception du signal diffusé par l'unité de choix 20 à l'étape 707. Dans ce cas, le traitement du signal radio est démarré dans la station de base BS2 sur la base de la

valeur initiale SC2(0) de son contexte de synchronisation, ou sur la base de la valeur initiale de contexte de synchronisation SC3(0) transmise par l'unité de choix 20, ou encore sur une combinaison de ces deux valeurs. Dans la station de base BS3, dont la valeur initiale de contexte de synchronisation SC3(0) a
5 été sélectionné par l'unité de choix 20, le traitement est systématiquement démarré sur la base de cette valeur.

Dès que les stations de base ont basculé dans le mode de traitement du signal radio, elles remontent toutes les informations extraites du signal radio, trames par trames. Pour chaque trame, ces informations sont
10 accompagnées par exemple d'une information de qualité si la fonction de choix est une fonction de vote. Cette information est par exemple déduite de la différence entre le signal reçu et démodulé, d'une part, et le signal reçu, démodulé et décodé, puis ré-encodé, d'autre part. Dans une variante où la fonction de choix met en oeuvre une fonction de combinaison, des informations
15 de vraisemblance sont associées à chaque trame, à raison par exemple d'une information de vraisemblance (codée par exemple sur un ou deux octets) par bit d'information utile.

Une fois passée en mode de démodulation et de traitement des signaux reçus, chaque station de base entretient (i.e., recalcule et met à jour)
20 son contexte de synchronisation, en utilisant un algorithme de poursuite de la synchronisation temporelle lié par exemple au traitement du signal reçu, et en particulier à la démodulation. Un tel traitement est basé sur les informations utiles contenues dans le signal radio, et éventuellement sur la séquence d'apprentissage. La station de base remonte vers la fonction de choix la valeur
25 courante de son contexte de synchronisation, par exemple avec chaque trame en plus des informations extraites pour la trame correspondante et de l'information de qualité précitée.

Ainsi, dans l'exemple représenté à la figure 7, pour une version respectivement S1(i) à S4(i) d'une portion du signal S émise à une étape 708
30 par le terminal mobile MS et correspondant à une trame déterminée, laquelle version est reçue par les stations de base respectivement BS1 à BS4:

- dans une étape 709, la station de base BS1 transmet à l'unité de choix 20 une trame d'information utile VF1(i), la valeur courante SC1(i) de son



contexte de synchronisation, et l'information de qualité QUAL1(i) ou les informations de vraisemblance associées à chaque information utile de ladite trame ;

5 - dans une étape 710, la station de base BS2 transmet à l'unité de choix 20 une trame d'information utile VF2(i), la valeur courante SC2(i) de son contexte de synchronisation, et l'information de qualité QUAL2(i) ou les informations de vraisemblance associées à chaque information utile de ladite trame ;

10 - dans une étape 711, la station de base BS3 transmet à l'unité de choix 20 une trame d'information utile VF3(i), la valeur courante SC3(i) de son contexte de synchronisation, et l'information de qualité QUAL3(i) ou les informations de vraisemblance associées à chaque information utile de ladite trame ; et enfin,

15 - dans une étape 712, la station de base BS4 transmet à l'unité de choix 20 une trame d'information utile VF4(i), la valeur courante SC4(i) de son contexte de synchronisation, et l'information de qualité QUAL4(i) ou les informations de vraisemblance associées à chaque information utile de ladite trame.

20 Dans une étape 713, la fonction de choix 20 reçoit en particulier les valeurs courantes de contexte de synchronisation SC1(i) à SC4(i) provenant des stations de base respectivement BS1 à BS4. De plus, elle effectue le choix de l'une d'elles choix en se basant sur les informations de qualité QUAL1(i) à QUAL4(i) ou elle calcule une information de qualité à partir des informations de vraisemblance associées à la trame concernée.

25 Dans une étape 714, la fonction de choix transmet alors la valeur courante de contexte de synchronisation sélectionnée à l'ensemble des stations de base (i.e., par un signal diffusé).

30 La décision sur le choix du contexte de synchronisation peut encore être prise seulement toutes les N trames ou encore avec une régularité approximativement égale à toutes les N trames, où N est un nombre entier strictement supérieur à l'unité. Pour une meilleure qualité de la synchronisation de stations de base, elle peut s'effectuer par exemple à chaque trame, c'est-à-

contexte de synchronisation, et l'information de qualité QUAL1(i) ou les informations de vraisemblance associées à chaque information utile de ladite trame ;

5 - dans une étape 710, la station de base BS2 transmet à l'unité de choix 20 une trame d'information utile VF2(i), la valeur courante SC2(i) de son contexte de synchronisation, et l'information de qualité QUAL2(i) ou les informations de vraisemblance associées à chaque information utile de ladite trame ;

10 - dans une étape 711, la station de base BS3 transmet à l'unité de choix 20 une trame d'information utile VF3(i), la valeur courante SC3(i) de son contexte de synchronisation, et l'information de qualité QUAL3(i) ou les informations de vraisemblance associées à chaque information utile de ladite trame ; et enfin,

15 - dans une étape 712, la station de base BS4 transmet à l'unité de choix 20 une trame d'information utile VF4(i), la valeur courante SC4(i) de son contexte de synchronisation, et l'information de qualité QUAL4(i) ou les informations de vraisemblance associées à chaque information utile de ladite trame.

20 Dans une étape 713, la fonction de choix 20 reçoit en particulier les valeurs courantes de contexte de synchronisation SC1(i) à SC4(i) provenant des stations de base respectivement BS1 à BS4. De plus, elle effectue le choix de l'une d'elles en se basant sur les informations de qualité QUAL1(i) à QUAL4(i) ou elle calcule une information de qualité à partir des informations de vraisemblance associées à la trame concernée.

25 Dans une étape 714, la fonction de choix transmet alors la valeur courante de contexte de synchronisation sélectionnée à l'ensemble des stations de base (i.e., par un signal diffusé).

30 La décision sur le choix du contexte de synchronisation peut encore être prise seulement toutes les N trames ou encore avec une régularité approximativement égale à toutes les N trames, où N est un nombre entier supérieur ou égal à l'unité. Pour une meilleure qualité de la synchronisation de stations de base, elle peut s'effectuer par exemple à chaque trame, c'est-à-



dire que N est alors égal à l'unité ($N=1$). En variante, la décision est effectuée par filtrage sur plusieurs trames.

On notera que les stations de base traitent le signal radio dans le canal radio associé à la voie montante (notamment elles le démodulent) en utilisant une synchronisation correspondant à la valeur courante de leur propre contexte de synchronisation. Quand elles reçoivent une nouvelle valeur courante de contexte de synchronisation, elles peuvent par exemple :

- soit continuer à utiliser la valeur courante de leur contexte de synchronisation propre ;

- soit utiliser une synchronisation correspondant à ladite nouvelle valeur courante de contexte de synchronisation ;

- soit, encore, prendre progressivement en compte ladite nouvelle valeur courante de contexte de synchronisation en mettant à jour, par exemple par filtrage, leur propre valeur courante de contexte de synchronisation.

Si une station de base quelconque démodule et décode par exemple un signal reçu à un niveau de puissance trop faible et donc non exploitable, les informations utiles extraites de ce signal sont en général non pertinentes d'un point de vue qualitatif. La station de base transmet alors à la fonction de choix, pour les trames concernées, une information de qualité, ou des informations de vraisemblance très faibles. Les trames d'informations correspondantes sont alors rejetées par la fonction de choix. La station de base peut aussi décider de transmettre simplement à la fonction de choix une information indiquant que les informations utiles sont non pertinentes, en plus ou à la place des informations habituellement transmises avec chaque trame d'informations extraites.

Si, à un moment donné, la fonction de choix ne reçoit plus de valeurs courantes de contexte de synchronisation valides ou exploitables d'aucune station de base, elle transmet à l'ensemble des stations de base, à l'étape 714, un signal diffusé contenant une information suivant laquelle la synchronisation sur la voie montante est perdue. Cette information peut être une commande, qui fait que les stations de base repassent dans le mode de fonctionnement 702 (mode de recherche de synchronisation).

Dans un mode de mise en oeuvre, lorsqu'une station de base bascule dans le mode de traitement 704, elle commence par effectuer une recherche

de synchronisation fine limitée à une plage de plus ou moins un demi temps
symbole avant de commencer la démodulation du signal radio. Cette recherche
de synchronisation fine préalable permet de démarrer la démodulation avec
une erreur de synchronisation plus faible, et donc avec une moindre probabilité
5 de démoduler (et donc de décoder) de façon erronée. Une telle synchronisation
fine peut par exemple exploiter les caractéristiques particulières de certaines
modulations, qui présentent une signature adéquate (par exemple la
modulation GMSK).

De plus, lorsqu'elle détecte en cours de traitement du signal radio que
10 les informations résultant de ses traitements en réception ne sont pas
pertinentes d'un point de vue qualitatif, une station de base peut aussi
décider, au bout d'un certain nombre de trames non pertinentes ou par
exemple dès qu'un certain taux de trames non pertinentes est atteint, de
rebasculer en mode de recherche de synchronisation fine.

15 Une variante est applicable dans le cas d'un système mettant en
œuvre des terminaux utilisant un algorithme d'égalisation ou un traitement
équivalent. Dans ce cas, la dispersion des retards est également réduite et
dépend de la capacité du terminal à égaliser, ou d'effectuer des traitements
équivalents, sur un nombre déterminé M de symboles successifs. Il est alors
20 possible de mettre en œuvre dans les stations de base, une démodulation avec
égalisation (ou traitement équivalent) ou un autre traitement permettant de
prendre en compte la dispersion des retards vue des stations de base. Il est
par exemple possible de mettre en œuvre dans les stations de base un
traitement permettant d'égaliser, ou d'effectuer un traitement équivalent, sur un
25 nombre $2 \times M$ de symboles successifs. La mise en œuvre de l'invention est
alors similaire à l'exemple décrit plus haut en regard du diagramme de la figure
7.

Une autre variante permet d'effectuer, comme dans la variante du
paragraphe ci-dessus, une synchronisation fine en utilisant par exemple les
30 caractéristiques particulières (signature) de la modulation, comme par exemple
dans le cas de la modulation GMSK. Dans ce cas il suffit de mettre en œuvre
une démodulation simple dans les stations de base, ou éventuellement une
égalisation ou un traitement équivalent, mais sur un nombre de symboles plus



restreint que celui décrit dans la variante du paragraphe ci-dessus. La mise en œuvre de cette autre variante est alors équivalente à celle décrite plus haut.

REVENDECATIONS

1. Procédé de synchronisation sur la voie montante d'un réseau Simulcast qui comprend une pluralité de récepteurs fixes (BS1-BS4) et une unité de choix (20), le procédé comprenant les étapes suivant lesquelles :

5 a) tous les récepteurs sont placés dans un mode de recherche de synchronisation (702), dans lequel ils recherchent un motif de synchronisation dans un signal radio (S) émis par un terminal mobile (MS) sur la voie montante, en scrutant un canal radio associé à la voie montante ;

10 b) lorsqu'un ou plusieurs récepteurs (BS2,BS3: figure 7) reçoivent (703) le signal radio et détectent ledit motif de synchronisation, ils produisent une valeur de contexte de synchronisation initiale (SC2(0),SC3(0)) respective, qui indique le retard entre une référence temporelle du signal radio reçu et une référence temporelle (To) du réseau, et transmettent (705) à l'unité de choix ladite valeur de contexte de synchronisation initiale ;

15 c) l'unité de choix transmet (707) à tous les récepteurs respectivement la ou l'une déterminée des valeurs de contexte de synchronisation initiales reçues à l'étape b) ;

20 d) chaque récepteur ayant détecté le motif de synchronisation à l'étape b) démarre le traitement (704) du signal radio sur la base de la valeur de contexte de synchronisation initiale qu'il a produite et/ou sur la base de la valeur de contexte de synchronisation initiale qu'il a reçue de l'unité de choix, alors que les autres récepteurs démarrent le traitement (704) du signal radio sur la base de la valeur de contexte de synchronisation initiale qu'ils ont reçue de l'unité de choix ;

25 e) chaque récepteur, après l'étape d),
- transmet (709-712) à l'unité de choix des trames d'informations utiles (VF1(i)-VF4(i)) obtenues par traitement du signal radio, ainsi qu'une information de qualité (QUAL1(i)-QUAL4(i)) ou des vraisemblances associées à chacune des informations utiles desdites trames ;



- entretient son contexte de synchronisation en utilisant un algorithme de poursuite de la synchronisation basé sur les informations utiles contenues dans le signal radio, et effectue le traitement du signal radio sur la base de son contexte de synchronisation entretenu ;

- 5 - transmet (709-712) la valeur courante ((SC1(i)-SC(i))) de son contexte de synchronisation ainsi entretenu à l'unité de choix, avec au moins certaines des trames d'information utiles ;

10 f) régulièrement, l'unité de choix choisit (713) une valeur de contexte de synchronisation courante déterminée parmi les valeurs courantes de contexte de synchronisation respectivement transmises par les récepteurs, selon un critère basé sur les informations de qualité ou les vraisemblances respectivement associées aux informations utiles de la trame correspondante, et transmet (714) à tous les récepteurs la valeur de contexte de synchronisation courante ainsi choisie.

15 2. Procédé selon la revendication 1, suivant lequel chaque récepteur ayant détecté le motif de synchronisation à l'étape b) démarre automatiquement le traitement du signal radio sur la base de son contexte de synchronisation initial respectif, dès lors que ledit motif de synchronisation est détecté, produit une information de qualité de la synchronisation, laquelle est transmise à l'unité de
20 choix en association avec ledit contexte de synchronisation initial.

3. Procédé selon la revendication 2, suivant lequel, à l'étape c), le contexte de synchronisation initial envoyé par l'unité de choix à l'étape c), est choisi (706) par l'unité de choix le cas échéant parmi une pluralité de contextes de synchronisation initiaux respectivement envoyés par des récepteurs à l'étape
25 b), selon un critère basé sur les informations de qualité de synchronisation respectivement associées audits contextes de synchronisation initiaux.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel, à l'étape d), lesdits autres récepteurs démarrent le traitement du signal radio à réception du contexte de synchronisation initial transmis par
30 l'unité de choix.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel une nouvelle valeur de contexte de synchronisation courante est choisie par l'unité de choix à réception d'une valeur de contexte de synchronisation courante toutes les N valeurs de contexte de synchronisation courantes successivement transmises par les récepteurs, où N est un nombre entier supérieur ou égal à l'unité.
6. Procédé selon la revendication 5, suivant lequel N est égal à l'unité.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel, à l'étape f) l'unité de choix transmet aux récepteurs une commande qui les fait basculer dans le mode de recherche de synchronisation à défaut de pouvoir choisir et transmettre une valeur de contexte de synchronisation courante.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel l'information de qualité de la synchronisation est calculée à partir du résultat de la corrélation du signal reçu avec la séquence de synchronisation
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel l'information de qualité associée à une trame est déduite de la différence entre le signal reçu et démodulé d'une part, et la signal reçu, démodulé et décodé, puis ré-encodé, d'autre part.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel, chaque récepteur transmet à l'unité de choix, en plus ou à la place de l'information de qualité ou des vraisemblances associées à une trame, une information indiquant le cas échéant que les informations utiles transmises ne sont pas pertinentes au point de vue qualitatif.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel, à réception d'une valeur de contexte de synchronisation courante transmise par l'unité de choix, chaque récepteur continue le traitement du signal radio sur la base, soit de la valeur courante de son contexte de synchronisation, soit de ladite valeur de contexte de synchronisation courante transmise par l'unité de choix, soit de la valeur



courante de son contexte de synchronisation filtrée avec ladite valeur de contexte de synchronisation courante transmise par l'unité de choix.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, suivant lequel, l'unité de choix met en œuvre une fonction de vote.

5 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, suivant lequel, l'unité de choix met en œuvre une fonction de combinaison.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel, avant de démarrer le traitement à l'étape d), au moins certains des récepteurs effectuent une recherche de synchronisation fine limitée à une
10 plage temporelle correspondant à plus ou moins un demi temps symbole.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel, lorsqu'il détecte que les informations utiles obtenues par le traitement du signal radio ne sont plus pertinentes au point de vue qualitatif, un récepteur effectue une recherche de synchronisation fine limitée à une
15 plage temporelle correspondant à plus ou moins un demi temps symbole.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel le traitement du signal radio reçu du terminal mobile met en œuvre un algorithme d'égalisation ou similaire.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
20 suivant lequel un contexte de synchronisation est un mot binaire comprenant un nombre déterminé q de bits, parmi lesquels un nombre déterminé q_1 de bits codent le nombre de temps symboles entiers séparant une référence temporelle du signal radio et une référence temporelle du réseau et un nombre déterminé q_2 de bits codent un nombre de fractions d'un temps symbole
25 séparant ladite référence temporelle du signal radio et ladite référence temporelle du réseau, où q , q_1 et q_2 sont des nombres entiers.

18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel $q=8$, $q_1=3$, et $q_2=5$.

19 Réseau Simulcast dans lequel les récepteurs et l'unité de choix sont adaptés pour mettre en œuvre un procédé selon l'une quelconque des
30 revendications 1 à 18.

20 Réseau selon la revendication 19, comprenant en outre des émetteurs fixes, qui sont non-colocalisés avec les récepteurs.

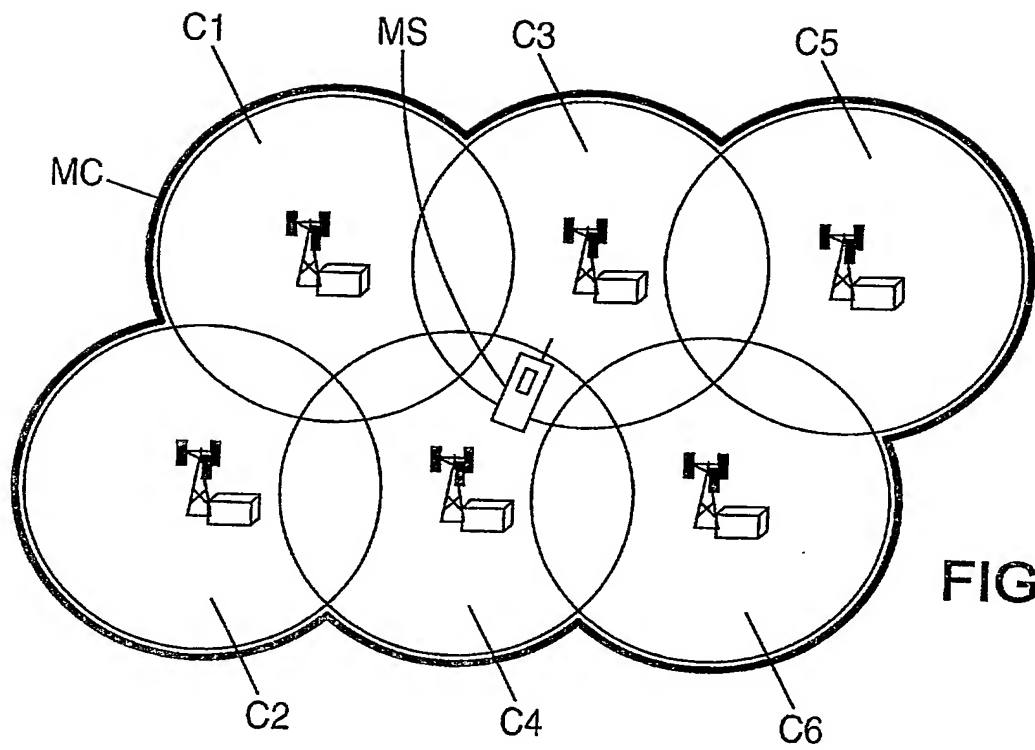


FIG. 1

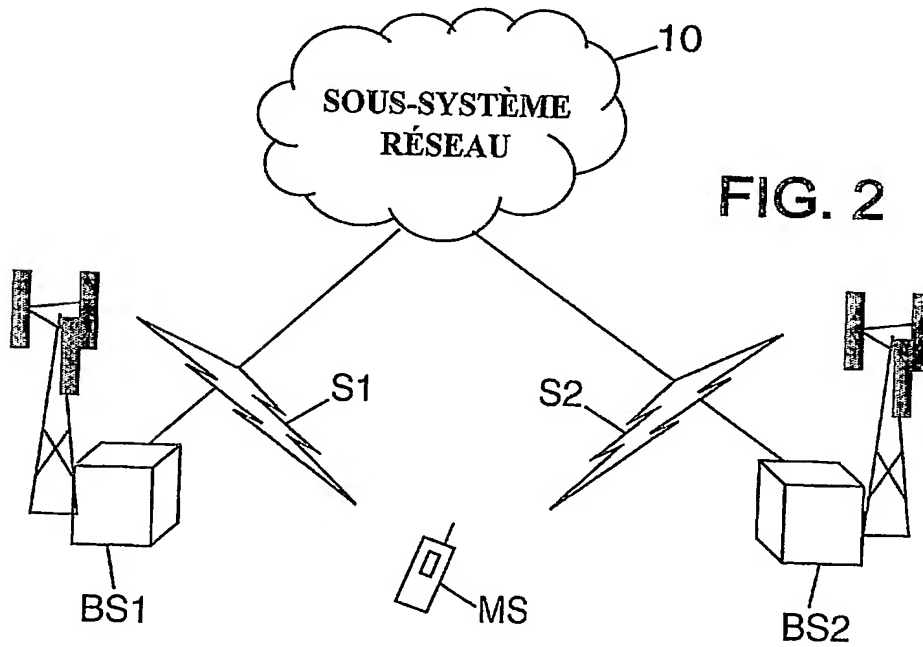


FIG. 2

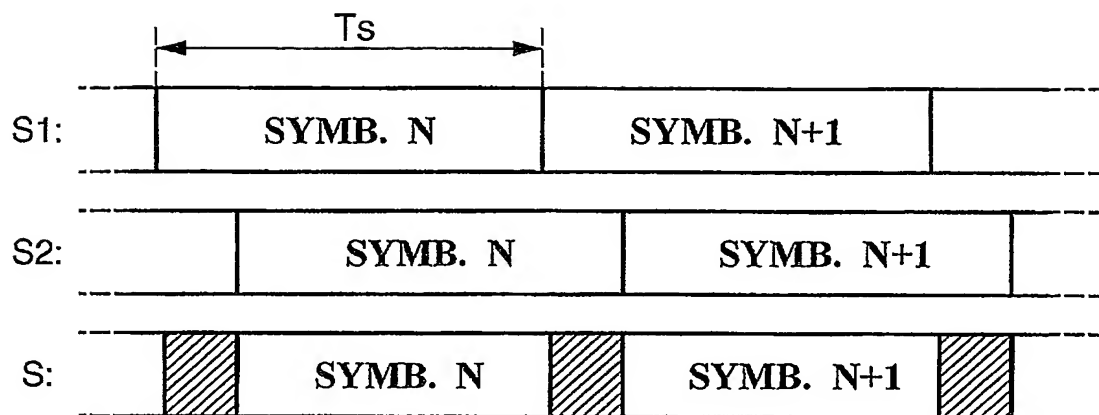


FIG. 3

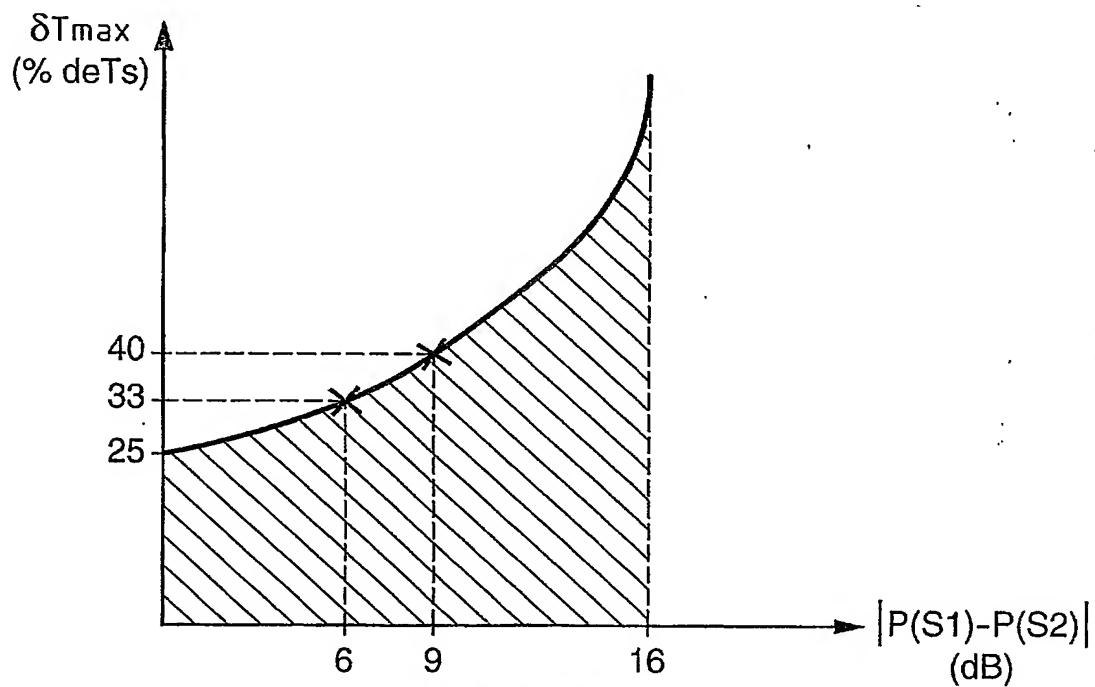


FIG. 4

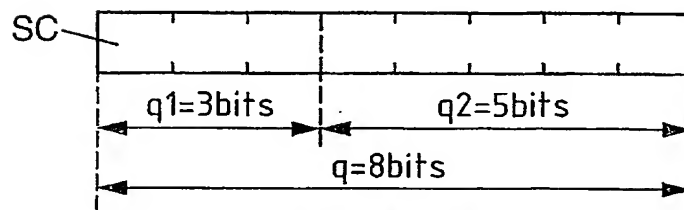


FIG. 8

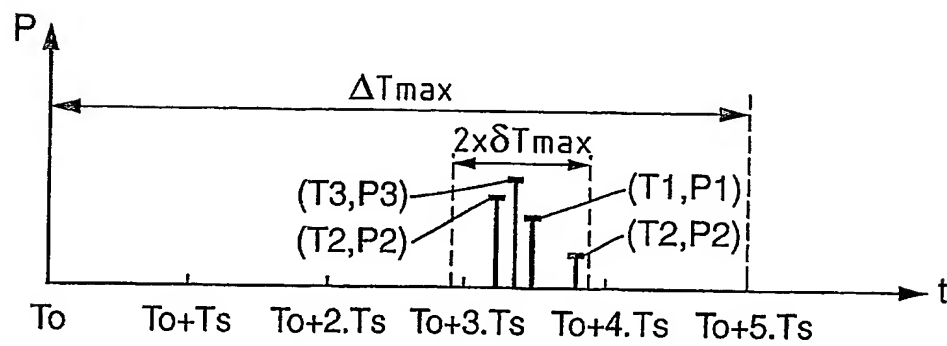
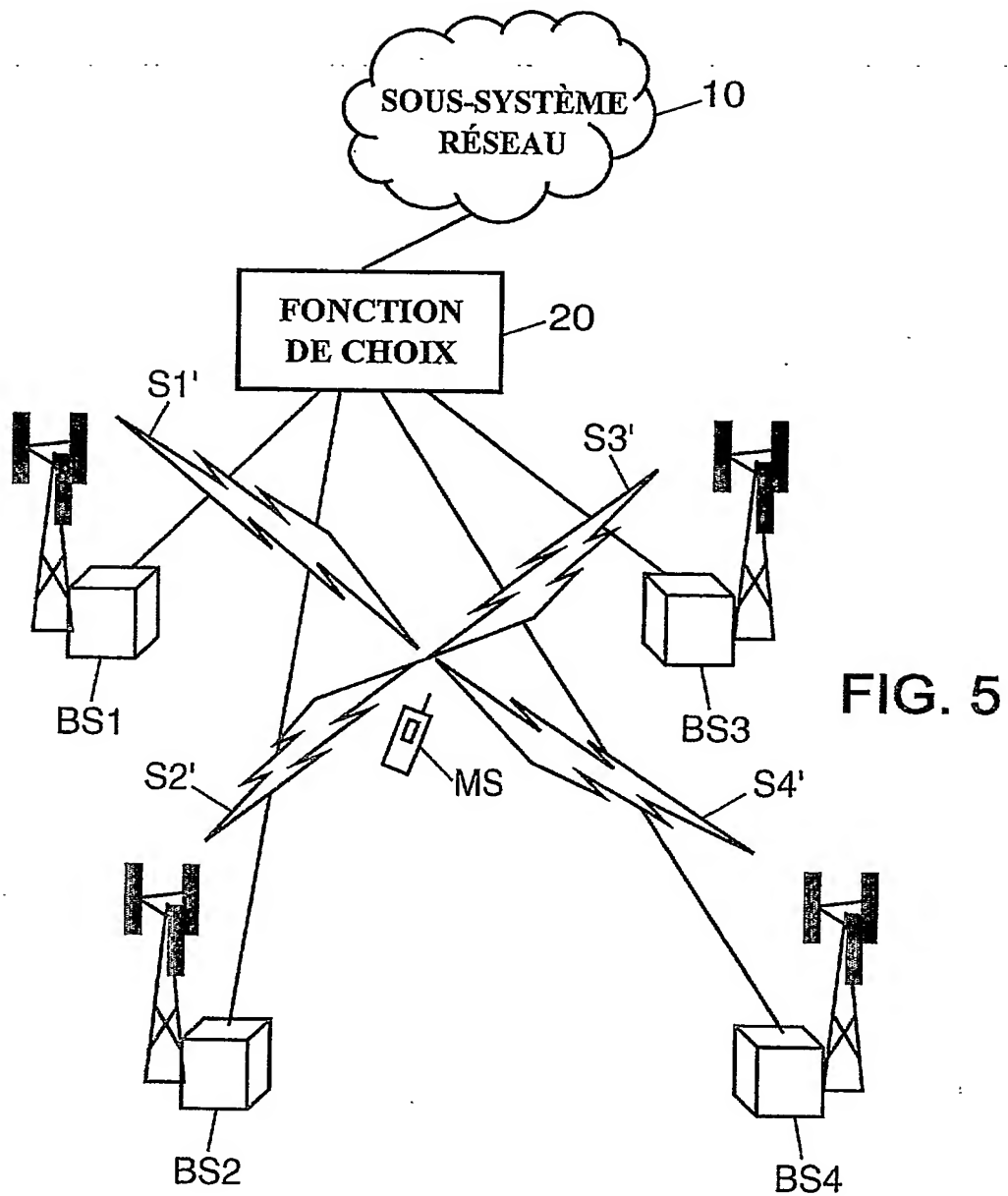


FIG. 6

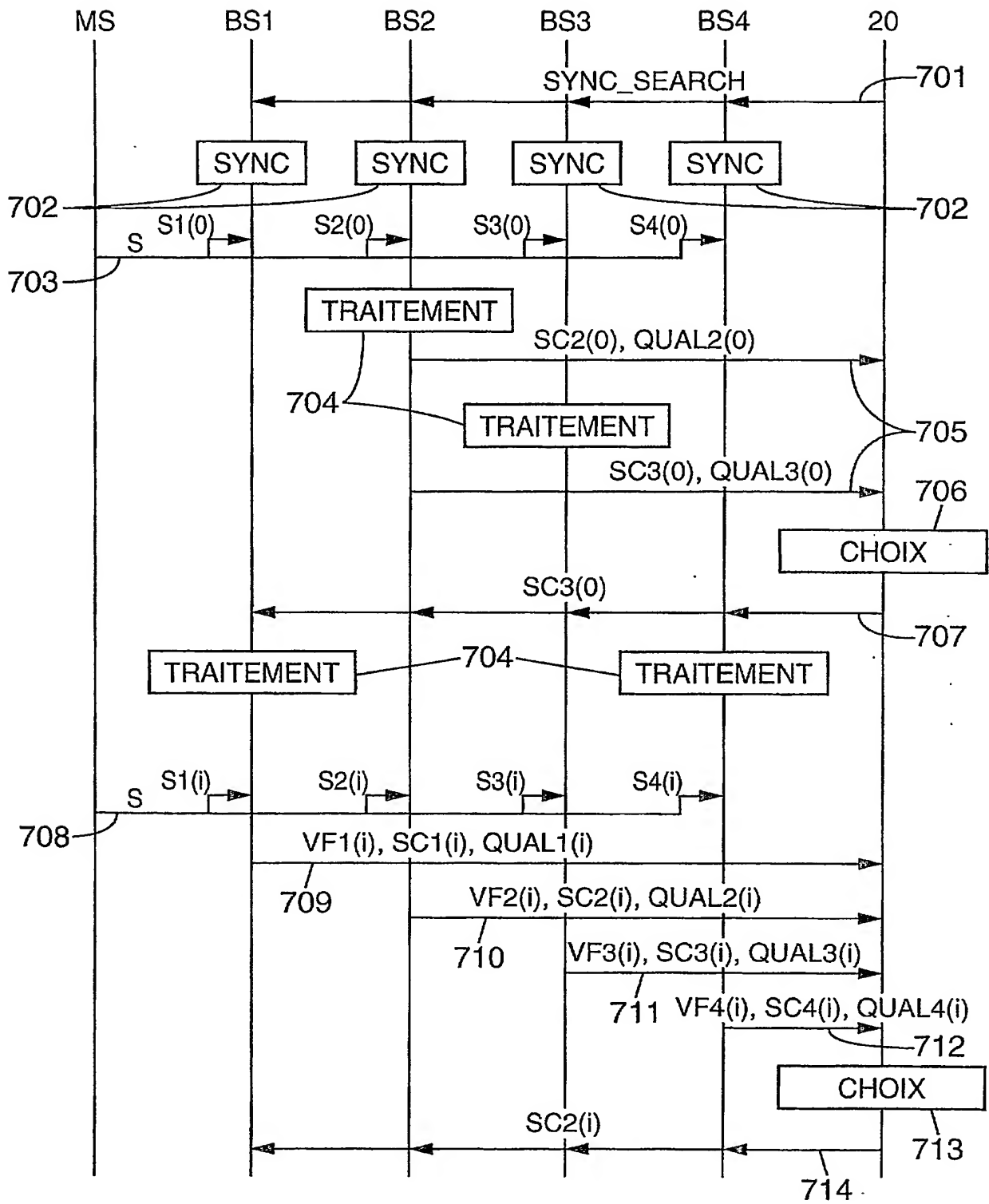


FIG. 7



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

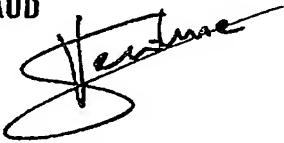
26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.1.1
(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

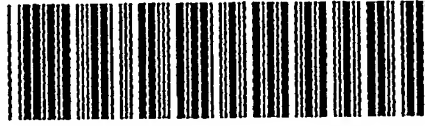


Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		BFF03 0446	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0315322	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
PROCÉDE DE SYNCHRONISATION SUR LA VOIE MONTANTE D'UN RESEAU SIMULCAST			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
EADS TELECOM			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :			
1 Nom			
Prénoms		MEGE Philippe	
Adresse	Rue	60 bis Boulevard du Maréchal Joffre	
	Code postal et ville	92340 BOURG LA	
Société d'appartenance (facultatif)		REINE FRANCE	
2 Nom			
Prénoms		MOLKO Christophe	
Adresse	Rue	13 rue Pierre Dupont	
	Code postal et ville	92150 SURESNES FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
3 Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue	ROSIN Frédéric	
	Code postal et ville	110 allée Saint-Exupéry 78210 SAINT CYR L'ECOLE FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Le 23 décembre 2003 CABINET PLASSERAUD Stéphane VERDURE 97-0901 	

we
PCT/EP2004/014220



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.